

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
Please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-172457

(43)公開日 平成9年 (1997) 6月30日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 12/56 29/08		9466-5K	H 0 4 L 11/20 13/00	1 0 2 A 3 0 7 A

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 30 頁)

(21)出願番号 特願平7-331887
(22)出願日 平成7年 (1995) 12月20日

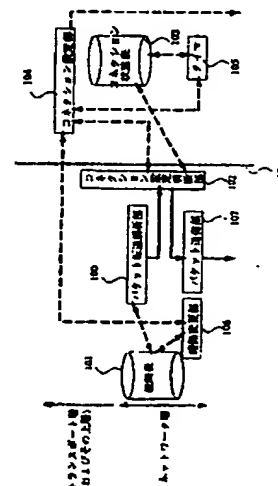
(71)出願人 000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(72)発明者 神明 達哉
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内
(72)発明者 松澤 茂雄
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内
(74)代理人 弁理士 外川 英明

(54)【発明の名称】 パケット送信ノード装置、パケット受信ノード装置及びコネクション設定方法

(57)【要約】

【課題】 カットスルーコネクション設定後にもある程度の通信量が見込めるトラフィックに対して選択的にコネクション設定を実現。

【解決手段】 カットスルーコネクションの始点あるいは終点となりうるノードは、パケットを送信する前にあるいはパケットを受信した後、そのパケットのネットワーク層の情報だけでなく、トランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方、さらに必要であればトランスポート層のデータから得られる情報をも参照する。これらの参照の結果カットスルーコネクションを張る価値があると判断した場合には、そのパケットをきっかけとしてコネクション設定動作を開始させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】送信すべきパケットに含まれるトランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方に基づいて、ネットワーク層よりも下位の層の処理により自ノード装置から異なる論理ネットワークに属する送信パケットの宛先ノード装置あるいは該宛先ノード装置への経路上のノード装置までパケット転送を行うことのできる仮想コネクションの設定動作を、開始するか否かを判断する手段と、

前記設定動作を開始すると判断した場合に、前記仮想コネクションの設定に関わるノード装置へ設定開始メッセージを送出する手段と、

前記設定開始メッセージに基づいて設定された前記仮想コネクションを用いて前記宛先ノード装置へのパケットを送信する手段とを備えることを特徴とするパケット送信ノード装置。

【請求項2】自ノード装置とは異なる論理ネットワークに属する他ノード装置からのパケットを受信する手段と、

受信した前記パケットに含まれるトランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方に基づいて、ネットワーク層よりも下位の層の処理により自ノード装置から前記他ノード装置あるいは該他ノード装置への経路上のノード装置までパケット転送を行うことのできる仮想コネクションの設定動作を、開始するか否かを判断する手段と、

前記設定動作を開始すると判断した場合に、前記仮想コネクションの設定に関わるノード装置へ設定開始メッセージを送出する手段と、

前記設定開始メッセージに基づいて設定された前記仮想コネクションを用いて前記他ノード装置へのパケットを送信する手段とを備えることを特徴とするパケット送信ノード装置。

【請求項3】自ノード装置とは異なる論理ネットワークに属する他ノード装置へ向けてパケットを送信する手段と、

送信する前記パケットに含まれるトランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方に基づいて、ネットワーク層よりも下位の層の処理により前記他ノード装置から自ノード装置あるいは自ノード装置への経路上のノード装置までパケット転送を行うことのできる仮想コネクションの設定動作を、開始すべきか否かを判断する手段と、

前記設定動作を開始すべきと判断した場合に、前記他ノード装置に対し設定開始メッセージを送出するよう指示を送る手段と、

前記設定開始メッセージに基づいて設定された前記仮想コネクションを用いて転送される前記他ノード装置からのパケットを受信する手段とを備えることを特徴とするパケット受信ノード装置。

【請求項4】自ノード装置とは異なる論理ネットワークに属する他ノード装置からのパケットを受信する手段と、

受信した前記パケットに含まれるトランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方に基づいて、ネットワーク層よりも下位の層の処理により前記他ノード装置から自ノード装置あるいは自ノード装置への経路上のノード装置までパケット転送を行うことのできる仮想コネクションの設定動作を、開始すべきか否かを判断する手段と、

前記設定動作を開始すべきと判断した場合に、前記他ノード装置に対し設定開始メッセージを送出するよう指示を送る手段とを備え、

前記設定開始メッセージに基づいて前記仮想コネクションが設定された後は、この仮想コネクションを用いて転送される前記他ノード装置からのパケットを受信することを特徴とするパケット受信ノード装置。

【請求項5】パケットを送信する送信ノード装置から異なる論理ネットワークに属する前記パケットの宛先ノード装置あるいは該宛先ノード装置への経路上のノード装置までネットワーク層よりも下位の層の処理によりパケット転送を行うことのできる仮想コネクションの設定動作を、前記送信ノード装置から前記宛先ノード装置へ向けて送信されるパケットもしくは前記宛先ノード装置から前記送信ノード装置へ向けて送信されるパケットに含まれるトランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方が所定の条件を満たす場合に開始させることを特徴とするコネクション設定方法。

【請求項6】前記設定動作を開始させる際に、前記送信ノード装置は、該送信ノード装置の属する論理ネットワークと他の論理ネットワークとを接続するノード装置へ、前記仮想コネクションの設定要求を、設定開始メッセージとして送出することを特徴とする請求項5に記載のコネクション設定方法。

【請求項7】前記設定動作を開始させる際に、前記送信ノード装置は、前記仮想コネクションの識別情報を返送する機能を有するノード装置へ向けて、前記識別情報の返送要求を、設定開始メッセージとして送出することを特徴とする請求項5に記載のコネクション設定方法。

【請求項8】前記トランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方が所定の条件を満たし、且つトランスポート層のデータから得られる情報が所定の条件を満たす場合に、前記設定動作を開始させることを特徴とする請求項5乃至7に記載のコネクション設定方法。

【請求項9】前記トランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方は、前記送信ノード装置から前記宛先ノード装置へ向けて送信されるパケットもしくは前記宛先ノード装置から前記送信ノード装置へ向けて送信されるパケットが用いる、トランスポート層より

上位の層のプロトコルを識別可能な情報であることを特徴とする請求項5乃至7に記載のコネクション設定方法。

【請求項10】前記設定動作の開始は、前記仮想コネクションがパケットの送信に用いられる割合が所定値以上となるように行われることを特徴とする請求項5乃至9に記載のコネクション設定方法。

【請求項11】パケットを送信する送信ノード装置から異なる論理ネットワークに属する前記パケットの宛先ノード装置あるいは該宛先ノード装置への経路上のノード装置までネットワーク層よりも下位の層の処理によりパケット転送を行うことのできる仮想コネクションの設定動作を、前記送信ノード装置から前記宛先ノード装置へ向けて送信されるパケットもしくは前記宛先ノード装置から前記送信ノード装置へ向けて送信されるパケットに含まれるネットワーク層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方が所定の条件を満たす場合に開始させることを特徴とするコネクション設定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、仮想コネクション型ネットワークにおけるパケット送信ノード装置、パケット受信ノード装置及びコネクション設定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、Internet Draft (draft-ietf-ipatm-framework-doc-06.txt および draft-katsube-router-atm-overview-01.txt) で示されているように、大規模スイッチ型ネットワークにおいてカットスルーコネクションを実現する方法として、以下の1)、2)に示すような技術が提案されている。ここで、サブネット（論理ネットワーク）内で、ネットワーク層での処理を介さずにパケット転送を行うことのできるコネクションを、データリンクコネクションとよぶ。また、サブネット境界のルータ（複数の論理ネットワークを接続するネットワーク接続装置）間のデータリンクコネクションを複数つなげて構成されるコネクションを、ホップバイホップコネクションとよぶ。ホップバイホップコネクションでは、境界のルータでネットワーク層の処理が行なわれる。これに対し、本来はホップバイホップのコネクションを必要とする場合であっても何らかの手段によってネットワーク層での処理を省略しているコネクション（一方の論理ネットワークから他方の論理ネットワークへネットワーク層よりも下位の層の処理のみでパケット転送を行うことのできるコネクション）をカットスルーコネクションとよぶ。

1) Next Hop Resolution Protocol（以下NHRPと称する）：宛先ネットワークアドレスをもとにサーバに問い合わせると、宛先または宛先に最も近いルータのリンクアドレスが返される。このリンクアドレスに基づいて張

られる、問い合わせ元から宛先または宛先に最も近いルータへのデータリンクコネクションが、カットスルーコネクションである。

2) Cell Switch Router（以下CSR と称する）：特定のトラフィックに対し、中段のルータでネットワークアドレスの処理を行わずにデータリンク層の情報のみを用いて転送を行なう。これは、中段のルータが、一方の論理ネットワークに属するデータリンクコネクションと他方の論理ネットワークに属するデータリンクコネクションとの対応関係を記憶しておき、この対応関係に基づいてパケット転送を行うことにより実現される。この結果としてカットスルーコネクションが実現される。これらのカットスルーコネクションにより、論理ネットワーク間のパケット転送のスループットを向上させることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】NHRPでは、通常すべてのパケットの送出をカットスルーコネクション設定のきっかけとする。すなわち、パケットを送出する場合にはまずアドレス解決をしてカットスルーコネクションを設定し、これが設定された後は、同じ宛先ネットワークアドレスを持つパケットはすべてこのカットスルーコネクションを通して転送されることになる。したがって、カットスルーコネクションによるスループット向上が、実際にカットスルーコネクション設定にかかるオーバーヘッドに見合わない場合でも、カットスルーコネクションを張ってしまう。さらに、あまり使用されないカットスルーコネクションが張られていることで、通信回線の帯域の効率的な利用が困難になる。

【0004】一方、CSR におけるカットスルーコネクションの設定では、すべてのパケット送出をきっかけとする以外に、A) ある宛先へのパケットが一定数以上になったことをきっかけとする、あるいはB) SYN フラグの立ったTCP(Transmission Control Protocol)メッセージを送信する場合をきっかけにすることができる。しかし、A) では、一定値に達するまでのパケットに対してはカットスルーコネクションを設定することができない上に、すべての宛先に対してそのパケット数をカウントする必要があり、構成が複雑となってしまう。また、B) では、少量のデータを少数回流するような、すなわちカットスルーコネクション設定にかかるオーバーヘッドに見合う効果が得られず、設定後はいたずらに通信回線の帯域を占有してしまうこととなるトラフィックに対しても、カットスルーコネクションを設定してしまう可能性がある。本発明は、以上の問題点を解決するために、カットスルーコネクション設定後にもある程度の通信量（全体のデータ量、パケット数など）が見込めるトラフィックに限ってカットスルーコネクションの設定を行なうことのできるシステムの提供を目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明に係るコネクション設定方法は、パケットを送信する送信ノード装置（カットスルーコネクションの始点となるホストまたはルータ）から異なる論理ネットワークに属する前記パケットの宛先ノード装置あるいは該宛先ノード装置への経路上のノード装置（カットスルーコネクションの終点となるホストまたはルータ）までネットワーク層よりも下位の層の処理によりパケット転送を行うことのできる仮想コネクション（カットスルーコネクション）の設定動作を、前記送信ノード装置から前記宛先ノード装置へ向けて送信されるパケット（a）、もしくは前記宛先ノード装置から前記送信ノード装置へ向けて送信されるパケット（b）に含まれるトランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方が所定の条件を満たす場合に開始させることを特徴とする。

【0006】ここで、本発明は、上記パケット（a）、（b）のネットワーク層レベルでの送信元及び宛先とカットスルーコネクションの始点及び終点とが一致している場合だけでなく、上記パケットの転送経路上に存在するいずれかのルータが上記送信ノード装置（始点）となる場合も、カットスルーコネクションが上記パケットの転送経路上のいずれかのルータにて終端している（この終点から宛先ノード装置までは通常のネットワーク層処理を施す転送が適用されることになる）場合も、含む。このような本発明によれば、ネットワーク層の情報やTCPのSYNフラグのような情報よりも、詳細な情報に基づいて判断するため、設定の際のオーバーヘッドに見合い、また設定後も他のコネクションに割り当て可能な帯域を制限するだけの価値のある場合に、カットスルーコネクションを設定することができ、設定したカットスルーコネクションがより有効に活用されることが期待できる。本方法を適用したパケット送信ノード装置の一つは、送信すべきパケット（a）に含まれるトランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方に基づいて、ネットワーク層よりも下位の層の処理により自ノード装置から異なる論理ネットワークに属する送信パケットの宛先ノード装置あるいは該宛先ノード装置への経路上のノード装置までパケット転送を行うことのできる仮想コネクションの設定動作を、開始するか否かを判断する手段と、前記設定動作を開始すると判断した場合に、前記仮想コネクションの設定に関わるノード装置へ設定開始メッセージを送出する手段と、前記設定開始メッセージに基づいて設定された前記仮想コネクションを用いて前記宛先ノード装置へのパケットを送信する手段とを備えることを特徴とする。

【0007】ここで、設定動作を開始するという判断に用いられたパケット（カットスルーコネクション設定のきっかけとなったパケット）は、通常のネットワーク層処理を施す転送が適用されるコネクションにて送信しても良いし、設定されたカットスルーコネクションにて送

信しても良い。きっかけとなるべきパケットは、その後同一宛先ノード装置へのパケットが比較的多量に発生する可能性を示唆するものであり、その多量に発生するパケットをカットスルーコネクションで転送可能とすることが効果的だからである。また、この送信ノード装置から送信されるパケットは、自ノード内で発生したもので良いし、他ノードから送信されてきたものであっても良い。また、この送信ノード装置から送信されるパケットは、カットスルーコネクションの終端ノード宛であっても良いし、終端ノードを経由して到達できる他のノード宛であっても良い。なお、上記仮想コネクションの設定が、カットスルーコネクションの始点となる自ノード装置から終点となるノード装置への経路に存在する各ルータ内での、データリンクコネクションの対応関係の登録によって行われる場合には、上記設定開始メッセージは、自ノード装置の属する論理ネットワークと他の論理ネットワークとを接続するノード装置（ルータ）へ送出される。この場合の設定開始メッセージは上記対応関係の登録を要求する、カットスルーコネクション設定要求である。この設定開始メッセージを受けたルータは、上記対応関係の登録を行うことにより、カットスルーコネクションを設定する。上記経路に存在するルータが複数ある場合には、カットスルーコネクションの設定を行ったルータがさらに次段のルータへメッセージを送出し、該次段のルータが上記対応関係を登録することにより、カットスルーコネクションが延長されていく。この延長は、宛先ノード装置あるいは宛先ノード装置への経路上のいずれかのノード装置まで行われ、そこがカットスルーコネクションの終点となる。一方、上記仮想コネクションの設定が、その仮想コネクションの識別情報を返送する機能を有するノード装置（サーバ）から受けた識別情報を基に、自ノード装置により行われる場合には、上記設定開始メッセージは、そのサーバに向けて送出される。この場合の設定開始メッセージは、該識別情報の返送要求である。

【0008】本方法を適用したパケット送信ノード装置の他の一つは、自ノード装置とは異なる論理ネットワークに属する他ノード装置（宛先ノード装置）からのパケット（b）を受信する手段と、受信した前記パケットに含まれるトランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方に基づいて、ネットワーク層よりも下位の層の処理により自ノード装置から前記他ノード装置あるいは該他ノード装置への経路上のノード装置までパケット転送を行うことのできる仮想コネクションの設定動作を、開始するか否かを判断する手段と、前記設定動作を開始すると判断した場合に、前記仮想コネクションの設定に関わるノード装置へ設定開始メッセージを送出する手段と、前記設定開始メッセージに基づいて設定された前記仮想コネクションを用いて前記他ノード装置へのパケットを送信する手段とを備えることを特徴とす

る。ここで、カットスルーコネクション設定のきっかけとなるべきパケットは、宛先ノード装置から送られるものであるが、その後にこのパケットと逆向きの（宛先ノード装置への）パケットが比較的多量に発生する可能性を示唆するものである。また、この送信ノード装置から送信されるパケットは、自ノード内で発生したものであっても良いし、自ノード以外から送信されてきたものであっても良い。同様に、きっかけとなるべき、宛先ノード装置から送られるパケットも、自ノード宛のものでも良いし、自ノード以外宛であって自ノードを経由するものであっても良い。本方法を適用したパケット受信ノード装置の一つは、自ノード装置とは異なる論理ネットワークに属する他ノード装置（送信ノード装置）へ向けてパケット（b）を送信する手段と、送信する前記パケットに含まれるトランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方に基づいて、ネットワーク層よりも下位の層の処理により前記他ノード装置から自ノード装置あるいは自ノード装置への経路上のノード装置までパケット転送を行うことのできる仮想コネクションの設定動作を、開始すべきか否かを判断する手段と、前記設定動作を開始すべきと判断した場合に、前記他ノード装置に対し設定開始メッセージを送出するよう指示を送る手段と、前記設定開始メッセージに基づいて設定された前記仮想コネクションを用いて転送される前記他ノード装置からのパケットを受信する手段とを備えることを特徴とする。なお、設定要求を送出するよう指示された送信ノード装置が、設定開始メッセージを上述したように送出すると、上述したように仮想コネクションが設定される。

【0009】ここで、カットスルーコネクション設定のきっかけとなるべきパケットは、受信ノード装置から送られるものであるが、これは自ノード内で発生したものであっても良いし、自ノード以外から送信されてきたものであっても良い。また、これは上記送信ノード宛であってても良いし、上記送信ノード以外宛であって上記送信ノードを経由するものであっても良い。また、カットスルーコネクションを用いて転送されることになる、きっかけのパケットと逆向きのパケットは、自ノード宛のものでも良いし、自ノード以外宛であって自ノードを経由するものであっても良い。本方法を適用したパケット受信ノード装置の他の一つは、自ノード装置とは異なる論理ネットワークに属する他ノード装置（送信ノード装置）からのパケット（a）を受信する手段と、受信した前記パケットに含まれるトランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方に基づいて、ネットワーク層よりも下位の層の処理により前記他ノード装置から自ノード装置あるいは自ノード装置への経路上のノード装置までパケット転送を行うことのできる仮想コネクションの設定動作を、開始するか否かを判断する手段と、前記設定動作を開始すると判断した場合に、前記他ノード装

置に対し設定開始メッセージを送出するよう指示を送る手段とを備え、前記設定開始メッセージに基づいて前記仮想コネクションが設定された後は、この仮想コネクションを用いて転送される前記他ノード装置からのパケットを受信することを特徴とする。ここで、カットスルーコネクション設定のきっかけとなるべきパケット及びその後のパケットは、送信ノード装置から送られるものであるが、これらは送信ノード内で発生したものであっても良いし、送信ノード以外から送信され送信ノードを経由するものであっても良い。また、これらは自ノード宛のものであっても良いし、自ノード以外宛であって自ノードを経由するものであっても良い。さらに、本発明において、トランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方の他、トランスポート層のデータから得られる情報をも、上記設定動作開始要否の判断の基としても良い。これにより、カットスルーコネクション設定の際のオーバーヘッドに見合い、また設定後も他のコネクションに割り当て可能な帯域を制限するだけの価値のある場合を、より精度良くとらえてきっかけとすることができ

る。

【0010】また、上記トランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方は、上記パケット

（a）もしくは（b）が用いる、トランスポート層より上位の層のプロトコルを識別可能な情報であることが好ましい。このように、宛先ノードへのパケットもしくは宛先ノードからのパケットがトランスポート層より上位のどのようなプロトコルを用いたものであるかを、そのパケットをきっかけとするか否かの判断基準とすることにより、その後その宛先ノードへのパケットが比較的多量に発生する可能性を的確にとらえることができる。

また、上記設定動作開始要否の判断は、上記仮想コネクションがパケットの送信に用いられる割合が所定値以上となるように行われることが好ましい。これにより、設定したカットスルーコネクションが有効に活用される場合に、選択的に設定動作を開始することができる。本発明の他の発明に係るコネクション設定方法は、パケットを送信する送信ノード装置から異なる論理ネットワークに属する前記パケットの宛先ノード装置あるいは該宛先ノード装置への経路上のノード装置までネットワーク層よりも下位の層の処理によりパケット転送を行うことのできる仮想コネクションの設定動作を、前記送信ノード装置から前記宛先ノード装置へ向けて送信されるパケット（a）もしくは前記宛先ノード装置から前記送信ノード装置へ向けて送信されるパケット（b）に含まれるネットワーク層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方が所定の条件を満たす場合に開始させることを特徴とする。この方法を適用したパケット送信ノード装置は、例えば、送信すべきパケット（a）に含まれるネットワーク層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方に基づいて、ネットワーク層よりも下位の層の処理

により自ノード装置から異なる論理ネットワークに属する送信パケットの宛先ノード装置あるいは該宛先ノード装置への経路上のノード装置までパケット転送を行うことのできる仮想コネクションの設定動作を、開始するか否かを判断する手段と、前記設定動作を開始すると判断した場合に、前記仮想コネクションの設定に関わるノード装置へ設定開始メッセージを送出する手段と、前記設定開始メッセージに基づいて設定された前記仮想コネクションを用いて前記宛先ノード装置へのパケットを送信する手段とを備えることを特徴とする。

【0011】そして、上記設定動作の開始は、特定の送信元ノードのアドレスや特定の宛先ノードのアドレスを予め記憶しておき、パケット(a)または(b)のネットワーク層の送信元情報や宛先情報が予め記憶されたものと一致すると認められる範囲にある場合に行なうことが好ましい。このような他の発明によれば、特定の送信元ノードからのパケット、特定の宛先ノードへのパケット、もしくはある送信元からある宛先へのパケットが、比較的多量に流れる可能性が高い状況下で、この特定の流路へ送信されるパケットをきっかけとしてカットスルーコネクションを設定するため、カットスルーコネクション設定後にもある程度の通信量が見込めるトラフィックに対して選択的にカットスルーコネクションの設定を行なうことができる。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態の概要を以下に説明する。本実施形態におけるカットスルーコネクションの始点あるいは終点となりうるノード(ホストまたはルータ)は、パケットを送信する前にあるいはパケットを受信した後、そのパケットのネットワーク層の情報だけでなく、トランスポート層の送信元情報及び宛先情報(ヘッダの一部)のうち少なくとも一方をも参照する。さらに必要があれば、トランスポート層のデータ(ヘッダ以外の部分)から得られる情報も参照する。

【0013】これらの参照の結果、カットスルーコネクションを張る価値があると判断した場合には、そのパケットをきっかけとしてカットスルーコネクション設定動作開始のトリガをかけて、パケットを送信する。一方、設定のオーバーヘッドの方が大きく張る価値がないと判断した場合には、始点に当たるノードが、カットスルーコネクションを用いない通常の転送で終点に当たるノードまで届くよう、そのままパケットを送信する。

【0014】以下では、CSRの場合とNIRPの場合を例にとり、カットスルーコネクション設定について、上記の実施形態をさらに具体的に説明する。ここでは、説明を簡単にするために、ネットワーク層はIP(Internet Protocol)、トランスポート層はTCP(Transmission Control Protocol)またはUDP(User Datagram Protocol)であるものとする。また、送信元、宛先という用語をとくに断りなく用いた場合は、ネットワーク層の意味であるもの

とする。

【0015】そして、CSRの場合には、きっかけとして出力パケット(送信するパケット)を用いるか入力パケット(受信したパケット)を用いるか、またきっかけを検出する(設定動作開始のトリガをかけるか否かを判断する)ノードが送信側(カットスルーコネクションの始点)であるか受信側(カットスルーコネクションの終点)あるいはこの終点から宛先に至るまでのいずれかのノードであるかによって、以下の4形態がある。なお、設定動作開始のトリガをかける(設定開始メッセージを送出する)のは、送信側(カットスルーコネクションの始点)であるものとする。

(I)きっかけとして出力パケットを用い、検出ノードが送信側になる場合(図7)

(II)きっかけとして入力パケットを用い、検出ノードが送信側になる場合(図8)

(III)きっかけとして出力パケットを用い、検出ノードが受信側になる場合(図9)

(IV)きっかけとして入力パケットを用い、検出ノードが受信側になる場合(図10)

図7～図10においては、実線の矢印できっかけとなるパケットの向きを、破線の矢印で設定しようとするカットスルーコネクションの向きを表している。さらに、以上のうちの複数を組み合わせることも可能である。

【0016】(具体例1-1)本例では、CSRの(I)の場合について述べる。まず、CSR対応のパケット送信ノード(ホストまたはルータ)内の、パケット転送を行なう部分の構成を図1を用いて説明する。図1において、実線はパケットの流れを表し、破線は制御情報の流れを表す。

【0017】パケット転送解析部(100)は、自身の上位層(ネットワーク層よりも上層のプロトコル)からの出力パケット、または他のノードからの転送パケットを受け取り、その宛先IPアドレスに基づいて経路表(101)から経路を求め、コネクション設定判断部(102)にパケットを渡す。

【0018】コネクション設定判断部(102)は、送出パケットおよびカットスルーコネクション状態表(103)を調べ、必要があればコネクション設定部(104)へカットスルーコネクション設定の指示を出す。

【0019】図1の場合の状態表(103)は図2のような構成をとる。状態表(103)を調べる際には、宛先IPアドレスがキーになる。状態は“継続中”または“設定中”のいずれかである。“継続中”はその宛先へのカットスルーコネクションが設定されていることを、また、“設定中”はコネクション設定部(104)に設定の指示を出しているがまだコネクションが確立していないことを、それぞれ表す。エントリが存在していなければ、カットスルーコネクションが存在せず、設定の指示も出ていないことになる。

【0020】また、“タイムアウト回数”のフィールドは、後述のタイマ(105)が定期的に更新する。状態が“継続中”であるエントリに対しては、このフィールドが0であれば一定期間内にそのカットスルーコネクションにパケットが流れたことを、1以上であれば、それに対応するカウント分の間パケットが流れていないことを意味する。また、“設定中”であるエントリに対しては、対応するカウント分(0を含む)経過しても設定が終了していないことを意味する。

【0021】次に、状態表(103)を用いたカットスルーコネクション設定手順を、図3を用いて説明する。コネクション設定判断部(102)では、まずパケット転送解析部(100)から入力されるIPパケットのIPヘッダの上位プロトコルフィールドを調べる(S1)。その結果(TCPまたはUDP)が、カットスルーコネクションのきっかけになり得るプロトコルであれば(S1Yes)、上位プロトコルヘッダの送信元または宛先ポートフィールドも調べる(S2)。きっかけになり得ないプロトコルであれば(S1No)、そのまま送信する。

【0022】上位プロトコル(TCPまたはUDP)ヘッダの送信元または宛先ポートフィールドを調べた結果、カットスルーコネクションのきっかけになり得るパケットであれば(S2Yes)、必要に応じてさらにデータフィールドも調べる(S3)。なり得なければ(S2No)、そのまま送信する。

【0023】その結果、カットスルーコネクションに適すると判断した場合(S2YesまたはS3Yes)には、カットスルーコネクション状態表(103)を調べる(S4)。適さないと判断した場合は(S2NoまたはS3No)、そのまま送信する。

【0024】状態表(103)を調べた結果、そのパケットの宛先に対するエントリが存在していなければ、新たに“設定中”かつ“タイムアウト回数0”の状態のエントリを作成し(S6、S9)、コネクション設定部(104)に設定の指示を出す(S7)。

【0025】一方、そのパケットの宛先に対するエントリが存在していれば、表に書かれた状態を調べ(S5)、“継続中”であって“タイムアウト回数”が1以上であれば、“タイムアウト回数”を0に設定する(S9)。調べた状態が“設定中”であれば何も行なわない。

【0026】以上の処理の後、IPパケットをパケット送信部(107)へ出力する(S10)。タイマ(105)は、カットスルーコネクションが継続して使用されているかどうかを調べるため、あるいは設定シーケンスを再度行なうべきかどうかを調べるために、一定時間経過するごとに起動され、必要に応じて状態表(103)を変更する。

【0027】タイマの操作手順を、図4を用いて説明する。まず、コネクション状態表(103)の各エントリに

ついて、“タイムアウト回数”フィールドを所定数だけ増加させる(S13)。この所定数は、エントリの状態が“継続中”である場合と“設定中”である場合とで異なってもよいし、同じであってもよい。

【0028】その結果がある一定値を超えた場合(S14Yes)にはそのエントリを解放する(S17)。この一定値は、状態が“継続中”である場合と“設定中”である場合とで異なってもよいし、同じであってもよい。また、“継続中”であったエントリを解放した場合(S15Yes)には、その宛先に対するカットスルーコネクションを解放するために、コネクション設定部(104)に指示を出す(S16)。

【0029】コネクション設定部(104)は、コネクション設定判断部(102)からの指示を受けて、カットスルーコネクション設定シーケンスを開始する。すなわち、カットスルーコネクションの経路上に存在する次段のCSR対応ルータに、コネクション設定メッセージを送る。このコネクション設定メッセージは、カットスルーコネクション設定要求であり、設定開始メッセージに相当する。

【0030】このコネクション設定メッセージを受けた次段のCSR対応ルータは、カットスルーコネクションの一部を形成することになるパケット送信元ノードから自ルータへのコネクションと、自ルータからさらに次段のCSR対応ルータ(あるいは宛先ノード)へのコネクションとの対応関係を記憶することにより、カットスルーコネクションの設定を行う。そして、さらに次段のCSR対応ルータにコネクション設定メッセージを送信し、これを受けたルータは上記と同様にコネクションの対応関係を記憶する。これを宛先ノードへのコネクションを有するルータまで繰り返して行うことにより、送信元ノードから宛先ノードまでのカットスルーコネクションが確立する。そして、各CSR対応ルータは、カットスルーコネクションの設定後に送信元ノードから送られてきたパケットを、ネットワーク層の処理を施さず、それより下位の層にて記憶した対応関係を用いて転送する。

【0031】以上の処理は、カットスルーコネクションの各部分となるホップバイホップコネクションがあらかじめCSR間に設定されている場合のものである。すなわち、各CSR対応ルータ間にPermanent Virtual Connection(PVC)またはVirtual Path(VP)があらかじめ設定されており、これをカットスルーコネクションの一部として使用する場合である。

【0032】これに対し、カットスルーコネクションを構成するために必要なホップバイホップコネクションをSwitched Virtual Connection(SVC)を用いて動的に設定することも可能である。この場合には、コネクション設定部(102)は、設定判断部(104)の指示を受けると、まず次段のCSR対応ルータまでのホップバイホップコネクションを設定する。これに成功した後にコネクシ

ョン設定メッセージ(設定開始メッセージ)を次段のCSR対応ルータに送る。

【0033】コネクション設定メッセージを受けたCSR対応ルータは、同様にまず自ノードの次段にあたるCSR対応ルータまでのSVCを設定し、上記と同様に入出力のコネクションの対応関係を記憶する。次いでコネクション設定メッセージを次段CSR対応ルータに送る。これを宛先ノードに到達するまで繰り返すことによって、送信元ノードから宛先ノードまでのカットスルーコネクションが確立する。

【0034】ところで、以上の処理は、きっかけとなるパケットの(ネットワーク層レベルでの)送信ノードにおいてなされるとは限らない。例えば、以下のような場合には、送信ノードから宛先ノードへの経路上のルータがその処理を行ない、カットスルーコネクションの始点となる。

【0035】・送信ノードがATMインタフェースを持たない場合

・送信ノードがCSRプロトコルに対応していない場合
・帯域が不足しているなどの理由で、送信ノードから次段のルータまでの間に、カットスルーコネクションの一部として用いるホップバイホップコネクションを設定することができない場合この場合、送信元のノードからそのルータまでの間は、ホップバイホップに転送される。ただし、送信元のノードからそのルータまでまでの間に、別のカットスルーコネクションが一つまたは複数存在することはあり得る。

【0036】同様に、結果として設定されるカットスルーコネクションの終端ノードは、きっかけとなるパケットの(ネットワーク層レベルでの)宛先ノードであるとは限らない。例えば、以下のような場合には、送信ノードから宛先ノードへの経路上のルータがカットスルーコネクションの終端ノードになる。

【0037】・宛先ノードがATMインタフェースを持たない場合

・宛先ノードがCSRプロトコルに対応していない場合
・帯域が不足しているなどの理由で、宛先ノードの前段のノードから宛先ノードまでの間に、カットスルーコネクションの一部として用いるホップバイホップコネクションを設定することができない場合この場合、カットスルーコネクションの終端のノードから宛先ノードまでは、ホップバイホップに転送されることになる。ただし、その終端ノードから宛先ノードまでの間に、別のカットスルーコネクションが一つまたは複数存在することはあり得る。

【0038】カットスルーコネクションが確立すると、設定部(104)は経路変更部(106)を通じて経路表(101)を変更するとともに、コネクション設定判断部(104)を通じてコネクション状態表(103)の該当するエントリの状態を"継続中"かつ"タイムアウト

0"に変更する。それ以後のこの宛先へのパケットは、変更された経路表(101)にしたがいカットスルーコネクションへ転送されるため、中段ルータでのIP処理を受けず、高速に転送される。

【0039】なお、上記の経路表(101)の変更は、カットスルーコネクションが終点まで確立するのを待たず、コネクション設定メッセージを送った後行っても良いし、隣接するルータからそのルータ内での対応関係の記憶を終了した旨の通知を受けた後行っても良い。また、
10 カットスルーコネクション設定前にその宛先ノードへ向けてパケットを送信するのに用いていたコネクションを、カットスルーコネクションの一部を形成するコネクションとする場合は、経路表(101)の変更は行わなくて良い。

【0040】また、設定部(104)は、タイマ(105)からの指示を受けて、カットスルーコネクションの解放を行なう。これには、次段のCSR対応ルータへ解放メッセージを送る方法や、逆に次段のCSR対応ルータにリフレッシュメッセージを送らなくする方法などがある。カットスルーコネクションが解放されると、設定部(104)
20)は、必要があれば経路表(101)を変更してその後のパケットの送出コネクションを通常のものに切替える。このようにして未使用コネクションの解放を行なうことによって、コネクション資源の浪費を防ぐことができる。

【0041】パケット送信部(107)は、コネクション設定判断部(102)を経たパケットをインタフェース層に渡す。なお、上記の例では、コネクション設定メッセージの送出を指示するきっかけとなったパケットは、図3
30 のS10により通常のコネクションにて送られるが、このパケット及びこれに続く同一宛先ノード宛のパケットをバッファに貯めておき、カットスルーコネクションの確立後にこれらのパケットをカットスルーコネクションにて送信するようにしても良い。

【0042】また、図1中の点線10より左側は、その位置関係により、各機能ブロックがネットワーク層処理であるかトランスポート層(またはその上層)の処理であるかが示されている。

【0043】以下には、どのようなパケットをきっかけとするかの例を示す。まず、FTP(File Transfer Protocol)をきっかけとする場合について説明する。図5に、CSRを用いて構成したネットワークの概念図を示す。

【0044】図5において、S(200)、D(201)はホスト、CSR1(202)、CSR2(203)、CSR3(204)はCSR対応ルータを表す。CSR1、CSR3は、論理ネットワークとしてEthernetとATM(Asynchronous Transfer Mode)ネットワークを接続しており、CSR2はATMネットワーク同士を接続している。

【0045】いま、SからDへのトラフィックの中のFTP
50 Pのデータパケットをきっかけとして、CSR1(202)か

らCSR3 (203) までのカットスルーコネクションを設定する場合を考える。以下では、説明を簡単にするためサーバからクライアントへのトラフィックをカットスルーコネクションの対象とする。すなわち、図5のSがFTPサーバ、Dがクライアントであるとする。

【0046】これは例えば、FTPのgetのようなサービスをカットスルーコネクションの対象とする場合である。逆に、putのように、クライアントからサーバへのトラフィックをカットスルーコネクションの対象とすることも考えられる。この場合には、SがFTPクライアント、DがFTPサーバとなる。

【0047】ここで、FTPデータのトラフィックは、通常はサーバ側の予約ポートを用いるので、コネクション設定判断部(102)では、図3のS2において、上位プロトコル(TCP)ヘッダのサーバ側のポートフィールド、すなわち送信元のポートフィールドを調べる。

【0048】また、FTPではコントロールコネクションとデータコネクションを分けており、コントロールコネクションのパケットをきっかけとすることもできる。さらに、そのコネクションの最初のパケットであるかどうか(すなわち、SYNフラグが立っているかどうか)を判断の中に含めることもできる。したがって、きっかけとしては以上の組み合わせとして次の4つがあげられる。

- 【0049】(1) FTPコントロールを送信元ポートとする任意のパケット
- (2) FTPコントロールを送信元ポートとし、SYNフラグの立ったパケット
- (3) FTPデータを送信元ポートとする任意のパケット
- (4) FTPデータを送信元ポートとし、SYNフラグの立ったパケット

通常は、S(200)から出力されたパケットはCSR1(202)、CSR2(203)、CSR3(204)でそれぞれIP処理され、この順で転送される(デフォルトルート)。しかし、S(200)からD(201)へFTPデータのきっかけとなるパケット(上記のいずれか、またはその組合せ)が送られると、CSR1(202)のコネクション設定判断部(102)が、図3のS2においてそれを認識し、上述した設定動作を経て、CSR1(202)からCSR3(204)へのカットスルーコネクション(バイパスルート(205))が設定される。以後のS(200)からD(201)へのパケットはバイパスルート(205)を通るため、CSR2(203)でのIP処理を受けない。

【0050】以上はルータの場合であったが、既に述べたように、CSRプロトコル対応であれば、ホストであってもバイパスルートを設定することが可能である。実際、上で述べた設定プロセスは、上位層で直接生成されたパケットに対してもそのまま適用可能だからである。

【0051】いま、図5の代わりに図6のようなネットワークを考える。すなわち、S(206)とCSR1(202)の間のリンクがATMであるとし、S(206)がCSRプロ

トコル対応であるとする。この場合、S(206)からD(201)へのFTPデータのきっかけとなるパケットが出力されると、それをきっかけとしてCSR3(204)までのバイパスルート(207)が設定される。さらに、宛先ホストもCSRプロトコル対応であれば、ルータまででなく、宛先ホストまで直接バイパスルートを設定することもできる。

【0052】逆に、帯域の不足などの理由により、本来設定できるはずのカットスルーコネクションよりも短いカットスルーコネクションが形成されることもあり得る。例えば、図6において、S(206)からCSR1(202)までのSVCが設定できなかった場合には、本来設定できるはずのバイパスルート(207)のかわりにCSR1(202)からCSR3(204)までのバイパスルート(208)が設定される。

【0053】次に、その他のTCPコネクションをきっかけとする場合について説明する。FTP以外にも、比較的数量の多いパケットが流れ得る例として、HTTP(Hypertext Transfer Protocol)、NNTP(Network News Transfer Protocol)などが考えられる。この場合にも、サーバからクライアントへのデータをきっかけと考えることにすると、同様にコネクションの最初のパケットであるかどうかの区別によって、次の2通りのきっかけが考えられる。

- 【0054】(1) HTTP(またはNNTP)を送信元ポートとする任意のパケット

- (2) HTTP(またはNNTP)を送信元ポートとし、SYNフラグの立ったパケット

この場合も、経路上のルータあるいは送信元ホストのコネクション設定判断部(102)が、図3のS2において、送信するパケットの上位プロトコル(TCP)ヘッダの送信元のポートフィールドを調べ、さらに必要があればSYNフラグが立っているかどうか調べて、これが上記きっかけとなるパケットであれば、カットスルーコネクションが設定されることは、FTPの場合と同様である。

【0055】次には、NFS(Network File System)をきっかけとする場合について説明する。以上の例は、TCPのパケットをきっかけとしたものであったが、これは、「まとまったトラフィックを期待できるサービス」として選んだ結果であり、TCP特有の性質によったものではない。ここでは、UDPを用いたサービスの中で同じような効果を期待できる例として、NFSを考える。

【0056】RFC1094によれば、現在のバージョンでは、NFSサーバは固定されたポート番号を使用すると定められている。したがって、NFSのためのパケットはUDPの送信元または宛先ポート番号で識別できる。

【0057】さらにここでは、データフィールドもきっかけとする例として、ポート番号だけでなく、NFSのプロシージャを識別し、サーバからクライアントへのREADおよびクライアントからサーバへのWRITEのときのみ

をきっかけとすることにする。

【0058】この場合の処理手順は、たとえば以下のようになる。まず、IPヘッダのプロトコルフィールドを調べ(図3S1)、UDPであればUDPヘッダの送信元および宛先ポート番号を調べる(図3S2)。その結果いずれかが上記の固定された番号であれば、さらにデータフィールドを調べ(図3S3)、RPCプログラム番号でNF Sであることを確認し、プロシージャ番号を調べる。その結果サーバからのREADまたはサーバへのWRITEであれば、コネクション設定部(104)に指示を出す(図3S7)。

【0059】以上に説明した個々の例は、互いに相反するものではない。したがって、今までの例のうちの一部、あるいは全部を組合せてきっかけとすることも可能である。たとえば、FTPデータまたはHTTPの packets が送られるときにカットスルーコネクションを設定する、というようなことも可能である。この場合も、S1~S3において調べる条件が複数になるだけで、基本的には図3の手順を用いることができる。

【0060】また、以上に例示したようなカットスルーコネクションを張るきっかけのうち、どれを採用するかは、経験的に選定してもよい(これには、コネクションの使用者が毎回手動で設定するような場合も含まれる)し、何らかの定量的な統計情報に基づいて行なってもよい。後者の方法としては、例えば次のようなものがある。

【0061】一度に張れるカットスルーコネクションの個数に制限がある場合には、使用していないカットスルーコネクションを随時解放する必要がある。ここでは、 t_i 秒間パケットの流れなかったカットスルーコネクションを解放するものとする。いま、きっかけとして考えるパケットを検出した後に、そのカットスルーコネクションの終点に向けて $1/t_i$ (パケット/秒) 以上の頻度でパケットを送信する時間の平均を T とし、その終点に向けて張ったコネクションの解放に要する時間を t_r とすると、このコネクションの使用率を、 $T/(T+t_i+t_r)$ で定義することができる。

【0062】そして、いま、ネットワーク全体の能力から、パケット送信ノードにおける使用率が R 以上の場合にカットスルーコネクション設定が有益であるものとするれば、 $T/(T+t_i+t_r) \geq R$ を満たすようなパケットをきっかけとすればよいことになる。

【0063】 T は、トランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方(さらに必要があればトランスポート層のデータから得られる情報)がどのようなものである場合にカットスルーコネクションを張るかを固定して、そのノードから送信されるパケットをモニタリングすることを、各場合について行なうことによって、統計的に求めることができる。このモニタリングは、きっかけの選定の前に一定期間行なうだけでよい。

【0064】そして、この求めた T が、 $T/(T+t_i+t_r) \geq R$ なる条件を満たすならば、そのときのトランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方(さらに必要があればトランスポート層のデータから得られる情報)と同一の情報を有するパケットを、カットスルーコネクション設定動作開始のきっかけとすることにする。

【0065】(具体例1-2) 本例では、CSRの(11)の場合(図8)について述べる。この場合、CSR対応のパケット送信ノード(ホストまたはルータ)内の、パケット転送を行なう部分の構成は、図11のようになる。パケット受信部(223)、コネクション設定判断部(224)、パケット転送解析部(221)以外は図1と同様である。

【0066】パケット受信部(223)は、入力パケットをコネクション設定判断部(224)に渡す。コネクション設定判断部(224)での処理手順は、きっかけとなるパケットのフローと、張ろうとするコネクションのフローが逆であること、すなわち、きっかけとなったパケットの送信元へ向けてカットスルーコネクションを設定することを除けば図1の判断部(102)と同様である。また、この判断部(224)は、図3のS9までの処理を終えた後で、パケットをパケット転送解析部(221)に渡す。

【0067】パケット転送解析部(221)は、自身の上位層(ネットワーク層よりも上層のプロトコル)からの出力パケット、およびコネクション設定判断部(224)から渡されたパケットを受け取る。判断部(224)から渡されたもののうち自分宛のものは上位の層へ渡し、上位層からの出力パケットを含め、転送すべきパケットについてはその宛先IPアドレスに基づいて経路表(101)から経路を求め、パケット送信部(228)を介して適切なインターフェースに出力する。

【0068】ここで、コネクション設定判断部(224)において入力パケットがきっかけとなると判断された場合は、入力パケットとは逆向きのカットスルーコネクションが設定され、以降のその宛先へのパケットは、設定されたカットスルーコネクションにより転送されることになる。

【0069】本例の場合を、対象とするネットワーク、張ろうとするバイパスルート、およびきっかけとするパケットが同様であるとして、図5を用いて説明すると、きっかけを検出するのはCSR1(202)である。きっかけを検出すると、CSR1(202)は、クライアント(201)方向、すなわちきっかけとなるパケットとは逆向きに設定開始メッセージを送出する。これによりバイパスルート(205)が設定される。

【0070】具体例1-1と同様に、本例をFTPの場合に適用することを考える。いま、S(200)がFTPサーバであり、D(201)がFTPクライアントであるとし、

バイパスルート (205) にS (200) からD (201) への (FTP データを含む) パケットを流すことを考える。本例の場合には、カットスルーコネクションのきっかけを、クライアントD (201) からサーバS (200) へのFTP コントロールコネクションのパケットとする。FTP では、サーバからクライアントへのデータ転送の前に、クライアントからサーバへの接続が行なわれるため、このような方法によってあらかじめバイパスルートを設定することで、より多くのFTP データパケットをバイパスルートに流すことが期待できる。

【0071】図5においては、まずクライアントD (201) がサーバS (200) へFTP コントロールコネクションを設定する。この際、宛先 (S) のTCP ポートがFTP コントロールであるようなパケットがCSR1 (202) を通る。CSR1 (202) はこれを検出して、D (201) へ向けたバイパスルート (205) の設定を開始する。このバイパスルート (205) が確立した後は、S (200) からD (201) への (FTP データパケットを含む) パケットはバイパスルートを通る。

【0072】(具体例1-3) 本例では、CSR の (111) の場合 (図9) について述べる。この場合、CSR対応のパケット受信ノード (ホストまたはルータ) 内の、パケット転送を行なう部分の構成は、図12のようになる。経路表 (210)、パケット転送解析部 (211)、パケット送信部 (212) は図1と同様である。

【0073】コネクション設定判断部 (213) は、図1における判断部 (102) とほぼ同様であるが、ここではコネクション状態のチェックは行なわない。したがって図12の構成では、図1にあったコネクション状態表

(103) やタイマ (105) は存在しない。なお、送信ノードが備えるコネクション状態表 (103) の内容が逐次本受信ノードへも通知される場合には、状態表を持ちコネクション状態のチェックを行うこととしてもよい。

【0074】コネクション設定部 (214) は、判断部 (213) からの指示を受けると、張りたいコネクションの送信元 (始点) へ向けて、コネクション設定メッセージを送出するように要求 (指示) する。この要求は、コネクション設定メッセージそのものとは異なる。この要求はコネクションの送信元へ向かってホップバイホップコネクションによって転送され、この要求を受けた送信ノード (送信元ホストあるいは初段CSR) が改めてコネクション設定メッセージを送出することによって実際のコネクションが設定される。以下では、この要求のことをコネクション設定要求メッセージとよぶことがある。

【0075】この設定部 (214) では、実際にコネクションが設定されたかどうかのチェックも行なわないが、上述したように、コネクション設定判断部 (224) において出力パケットがきっかけとなると判断された場合は、本受信ノードからの出力パケットとは逆向きのカットスルーコネクションが設定され、コネクション設定メ

ッセージを送出した送信ノードからのパケットは、設定されたカットスルーコネクションにより転送され、これがパケット受信部 (215) にて受信されることになる。

【0076】このような構成のノードの使用例として、図5のようなネットワークで、FTPサーバ (200) からクライアント (201) へのトラフィックに対するバイパスルート (205) を設定することを考える。きっかけとしては、クライアント (201) からサーバ (200) へのFTP データパケットを用いる。

10 【0077】CSR3 (204) は、サーバ (200) へのFTP データのパケットを検出すると、サーバ (200) 方向への設定要求メッセージを送出する。これを初段ルータ (202) が検出し、改めて設定メッセージをクライアント (201) 方向へ送出する。これによりバイパスルート (205) が設定される。

【0078】本例と、次に述べる具体例1-4では、カットスルーコネクションのきっかけを検出するノードは、設定しようとするカットスルーコネクションの始点ではない。しかし、具体例1-1のときと同様に、これらの場合にも、カットスルーコネクションを張るきっかけのうちどれを採用するかは、経験的に選定してもよい (これには、コネクションの使用者が毎回手動で設定するような場合も含まれる) し、何らかの定量的な統計情報に基づいて行なってもよい。

【0079】後者の方法を、本例の特徴 (カットスルーコネクションの始点以外のノードできっかけを検出する) に特化して説明する。ここでは、具体例1-1で述べたときと同様に、 t_i 秒間パケットの流れなかったコネクションを解放するものとして必要な条件を求めることにする。いま、きっかけとして考えるパケットを検出した後に、きっかけとなったパケットの宛先アドレスからその送信元アドレスへのパケットを $1/t_i$ (パケット/秒) 以上の頻度で受信する時間の平均を T とすると、このコネクションの使用率を、 $T/(T+t_i)$ で定義することができる。

【0080】ただし、本例では、きっかけを検出するノードではカットスルーコネクションの始点を決定することができないため、カットスルーコネクションの解放に要する時間は無視できる程度に小さいものとしている。また、このカットスルーコネクションには、きっかけとなったパケットの宛先アドレス以外を送信元とするパケットも流れるが、きっかけを検出するノードにおいてはこれも決定できないため、ここで定義した使用率は実際の場合よりも低くなる可能性がある。

【0081】さて、ネットワーク全体の能力から、上記の使用率が R 以上の場合にカットスルーコネクション設定が有益であるものとすれば、 $T/(T+t_i) \geq R$ を満たすようなパケットをきっかけとすればよいことになる。

50 【0082】 T は、トランスポート層の送信元情報及び

宛先情報のうち少なくとも一方（さらに必要があればトランスポート層のデータから得られる情報）がどのようなものである場合にカットスルーコネクションを張るかを固定して、そのノードで受信するパケットをモニタリングすることを、各場合について行なうことによって、統計的に求めることができる。このモニタリングは、きつかけの選定の前に一定期間行なうだけでよい。

【0083】そして、この求めたTが、 $T / (T + t_i) \geq R$ なる条件を満たすならば、そのときのトランスポート層の送信元情報及び宛先情報のうち少なくとも一方（さらに必要があればトランスポート層のデータから得られる情報）と同一の情報を有するパケットを、カットスルーコネクション設定開始動作のきつかけとすることにする。

【0084】（具体例1-4）本例では、CSRの（I V）の場合（図10）について述べる。この場合、CSR対応のパケット受信ノード（ホストまたはルータ）内の、パケット転送を行なう部分の構成は、図13のようになる。図13において、パケット受信部（230）、パケット転送解析部（231）については図11の受信部（223）、解析部（221）とそれぞれ同様である。また、コネクション設定部（233）は図12のもの（214）と同様である。

【0085】コネクション設定判断部（232）は、パケットを受信部（230）から受け取り、転送解析部（231）に渡すこと以外は図12の判断部（213）と同様である。図12の場合と同様、コネクション状態表やタイマは存在しない。また、設定部（233）自身は設定メッセージではなく送信元への設定要求メッセージを送出する。設定部（233）はまた、実際にコネクションが設定されたかどうかのチェックも行なわない。

【0086】コネクション設定判断部（232）において入力パケットがきつかけとなると判断された場合は、本受信ノードへの入力パケットと同じ向きのカットスルーコネクションが設定され、コネクション設定メッセージを送出した送信ノードからのパケットは、設定されたカットスルーコネクションにより転送され、これがパケット受信部（230）にて受信されることになる。

【0087】本例の場合を図5を用いて説明すると、きつかけとなるのはサーバ（200）からクライアント（201）へのFTPデータパケットとなる。そして、きつかけを検出するのはCSR3（204）である。CSR3（204）は、クライアントへのFTPデータの packets を検出すると、サーバ（200）方向への設定要求メッセージを送出する。これを初段ルータ（202）が検出し、改めて設定メッセージをクライアント（201）方向へ送出する。これによりバイパスルート（205）が設定される。

【0088】本例においても、具体例1-3の場合と同様に、きつかけの選定を統計情報に基づいて行なうことができる。本例の場合は、モニタリングするパケットの

送信元アドレス及び宛先アドレスが、きつかけとなるパケットの送信元アドレス及び宛先アドレスに、それぞれ等しくなる。その他の手順、及び用いる式は1-3のものと同じでよい。

【0089】（具体例1-5）以上に挙げた4つの場合を組み合わせ、さらに複雑な構成のノードを実現することもできる。一例として、図14に図7から図10までの4つをすべて含むようなノードの構成を示す。

【0090】この図で示されるノードの動作は、基本的には以上で説明したものの組合せである。すなわち、パケット受信部（243）で受け取ったパケットは、まずコネクション設定判断部（245）に渡される。

【0091】判断部（245）での処理については後述する。処理を受けたパケットは、次にパケット転送解析部（242）に渡される。解析部（242）は、自身の上位層（ネットワーク層よりも上層のプロトコル）からの出力パケット、およびコネクション設定判断部（245）から渡されたパケットを受け取る。判断部から渡されたもののうち自分宛のものは上位の層へ渡し、上位層からの出力パケットを含め、転送すべきパケットについてはその宛先IPアドレスに基づいて経路表（240）から経路を求め、再び設定部（245）に渡す。

【0092】次に、図15を用いて、コネクション設定判断部（245）の処理手順を示す。手順は、基本的には図1の場合（図3）と同様であるが、設定しようとするカットスルーコネクションに対して自ノードが送信側であるか宛先側であるか、また、渡されたパケットがパケット受信部（243）からのものであるかパケット転送解析部（242）からのものであるかによって違いが生じる。

【0093】自ノードが送信側であれば図1の場合と同様の手順となる。宛先側であれば図12の場合と同様の手順となる。最後に、パケット受信部（243）から渡されたパケットはパケット転送解析部（242）に、解析部（242）から渡されたパケットはパケット送信部（244）に、それぞれ渡す。

【0094】コネクション設定部（248）は、判断部（245）からの指示に応じて、カットスルーコネクションの設定メッセージまたは送信元へのカットスルーコネクション設定要求メッセージを送出する。前者の場合の手順は図1の場合と同様であり、後者の場合は図12の場合と同様である。

【0095】経路表（240）、経路変更部（241）、タイマ（246）、コネクション状態表（247）については図1のものと同様である。図5のようなネットワークでの例を考えると、本例の場合は、CSR1（202）、CSR3（204）がともに図14のような構成になっていれば、CSR1（202）とCSR3（204）のどちらもきつかけを検出し得る。また、その場合、クライアント（204）方向へのパケットも、サーバ（202）方向へのパケットもきつ

かけとなり得る。それぞれの場合の手順については上述したものに準ずる。

【0096】(具体例2)以下には、本発明をNIIRPによるカットスルーコネクション設定に応用した例を示す。

【0097】まず、図16を用いて、NIIRPクライアント(ホストまたはルータ)におけるバケット転送/NHRP処理の部分の構成を説明する。図16において、実線はバケットの流れを表し、破線は制御情報の流れを表す。

【0098】バケット転送解析部(301)は、自身の上位層(ネットワーク層よりも上層のプロトコル)からの出力バケット、および他のノードからの転送バケットを受け取り、その宛先IPアドレスに基づいて経路表(300)から経路を求め、NIIRP判断部(302)にバケットを渡す。

【0099】NIIRP判断部(302)は、バケットの送出インタフェースがNBMA(Non Broadcast Multiple Access)であれば、送出バケットおよびNIIRPキャッシュ(304)を調べ、必要があればNIIRP処理部にNext Hop Resolution(NHIR)要求を出すよう指示する。

【0100】図16の場合のNIIRPキャッシュ(304)は図17のような構成をとる。ただし、図17では、判断部(304)で必要なフィールドのみを示してある。これ以外に、NIIR 応答から得られる情報(ネクストホップNBMAアドレスなど)のフィールドがあってもよい。

【0101】キャッシュ(304)を調べるときには、宛先IPアドレスがキーになる。ネクストホップIPアドレスフィールドには、宛先自身か、またはそれにもっとも近いルータのIPアドレスが入る。また、NIIR 要求を出してから応答を受け取るまでの間は“未解決”が入り、否定的な応答が得られた場合には“解決不能”が入る。

【0102】“タイムアウト回数”のフィールドは、後述のタイマ(305)が定期的に更新する。このフィールドは、ネクストホップIPアドレスが“未解決”であるエントリに対しては、対応するカウント分経過しても応答が得られないことを意味する。それ以外のエントリに対しては、応答が得られてから対応するカウント分の時間が経過したことを意味する。

【0103】“有効期限”のフィールドは、エントリを削除するまでのカウント数を表す。タイムアウト回数フィールドの値がこのフィールドの値以上になると、そのエントリは削除される。

【0104】ここで、NIIRPキャッシュを用いたカットスルーコネクション設定およびバケット送出手順を、図18を用いて説明する。NIIRP判断部(302)では、まずIPヘッダの上位プロトコルフィールドを調べる(S101)。

その結果(TCP またはUDP)が、カットスルーコネクションのきっかけになり得るプロトコルであれば(S101Yes)、上位プロトコルヘッダの送信元または宛先ポートフィールドも調べる(S102)。なり得ないプロトコルであれば(S101No)そのまま送信す

る。

【0105】送信元または宛先ポートフィールドを調べた結果、カットスルーコネクションのきっかけになり得るバケットであれば(S102Yes)、必要に応じてさらにデータフィールドも調べる(S103)。なり得なければ(S102No)そのまま送信する。

【0106】その結果、カットスルーコネクションに適すると判断した場合(S102YesまたはS103Yes)には、NIIRPキャッシュ(304)を調べる(S104)。適さないと判断した場合(S102NoまたはS103No)はそのまま送信する。

【0107】キャッシュ(304)を調べた結果、そのバケットの宛先IPアドレスに対するエントリが存在しない場合には、“未解決”かつ“タイムアウト回数0”の状態で新たなエントリをキャッシュ(304)に作成し(S109、S110)、NIIRP処理部(303)にNIIR 要求を出すよう指示する(S108)。

【0108】一方、キャッシュ(304)を調べた結果エントリが存在し、ネクストホップIPアドレスフィールドにIPアドレスが入っていれば、判断部(302)はそのアドレスをバケット送信部(306)に渡す(S111)。ネクストホップIPアドレスフィールドが“未解決”または“解決不能”であれば、経路表(300)から得られるネクストホップIPアドレスをそのままバケット送信部(306)に渡す。

【0109】バケット送信部(306)はこのネクストホップIPアドレスを、送信するバケットとともにNBMA送信部(307)に渡す。NBMA送信部(307)では、このIPアドレスをもとにバケットを送信する。したがって、NIIRPによってカットスルーコネクションが得られている場合には、バケットはそのコネクションに送出され、そうでなければ経路表(300)から得られる通常のルートへ送られることになる。

【0110】以下、図16の残りの要素について説明する。NIIRP処理部(303)は、判断部(302)からの指示を受けてネクストホップサーバにNIIR 要求を出す。本例の場合には、このNIIR 要求が設定開始メッセージに相当する。

【0111】サーバから肯定的な応答が得られれば、得られたネクストホップまでのカットスルーコネクションを設定し、キャッシュ(304)のネクストホップIPアドレスフィールドにそのIPアドレスを入れる。否定的な応答が得られれば、ネクストホップIPアドレスフィールドを“解決不能”にする。また、いずれの場合も、タイムアウト回数を0に、有効期限を応答のHolding Timeフィールドをもとに算出した値にそれぞれ設定する。

【0112】タイマ(305)は、キャッシュした情報の有効性をチェックするため、あるいはNIIR 要求を再送するかどうかを決定するために、一定時間経過するごとに起動され、必要に応じてキャッシュ(304)を変更す

る。

【0113】タイマの操作手順を、図19を用いて説明する。まず、キャッシュ(304)の各エントリについて、“タイムアウト回数”フィールドを所定数だけ増加させる(S113)。この所定数は、エントリごとに異なっているがよいし、同じであってもよい。

【0114】すべてのエントリについて、タイムアウト回数が有効期限以上になれば(S114Yes)、そのエントリを削除する(S117)。その際、ネクストホップIPアドレスフィールドに具体的なIPアドレスが指定されているエントリについては(S115Yes)、対応するカットスルーコネクションを解放するようNIRP処理部(303)に指示する(S116)。有効期限内であって(S114No)、ネクストホップIPアドレスフィールドが“未解決”であるエントリについては(S118Yes)、タイムアウト回数がある一定値(この値はエントリごとに異なっているがよいし、同じであってもよい)以上になるときに(S119Yes)、NIRP処理部(303)にNHR要求を再送するよう指示する(S120)。

【0115】本例の場合にも、カットスルーコネクションを張るきっかけのうち、どれを採用するかは、経験的に行なってもよい(これには、コネクションの使用者が毎回手動で設定するような場合も含まれる)し、何らかの定量的な統計情報に基づいて行なってもよい。後者の方法としては、具体例1-1で示したものと同様のものを用いることができる。

【0116】以下では、FTPサーバからFTPクライアントへの任意のデータパケットをきっかけとして、FTPサーバからFTPクライアントへのトラフィックのためのカットスルーコネクションを設定する場合について説明する。なお、その他の場合への応用も、1-1で述べたようにこの場合と同様に行なえる。

【0117】図20に、NIRPを用いるネットワークの概念図を示す。この図において、S(400)はFTPサーバ、D(402)はFTPクライアント、R(401)はルータ、NIS(403)はネクストホップサーバであるとする。

【0118】いま、S(400)は図16のような構成になっているものとする。したがって、通常はD(402)行きのパケットはまずR(401)に送られ、R(401)でIP処理されてD(402)に転送される。しかし、S(400)からFTPデータのパケットが出力されるときには、NIRP判断部(302)がそれを認識し、NIS(403)にNIR要求を出す。NIS(403)からの応答により、ネクストホップがD(402)であること、およびそのATMアドレスがわかるので、S(400)はD(402)へのカットスルーコネクションを設定する。以後のD(402)へのトラフィックにはこのカットスルーコネクションが使用される。

【0119】(具体例3-1)本例では、前記のCSRの

(1)の場合であって、ネットワーク層の送信元情報及び宛先情報に基づいてカットスルーコネクションを設定する例を説明する。

【0120】本例の場合の、CSR対応のパケット送信ノード(ホストまたはルータ)内のパケット転送を行なう部分の構成を、図21に示す。この構成は、図1と同様であるが、コネクション設定判断部(455)でトランスポート層以上の情報を用いない点、およびトリガ表(459)が加わっている点が異なる。

10 【0121】トリガ表(459)は、きっかけとするIPアドレスのリストである。すなわち、リストに含まれるIPアドレスからのパケットをきっかけとして、そのパケットの宛先へ向けたカットスルーコネクションを設定する。リストに載せるIPアドレスとしては、例えば頻繁にアクセスされる各種サービス(FTP, HTTP, NNTP, NFSなど)のサーバのリストや、優先的な扱いを保証されたクライアント(QoS保証サービスを受けているクライアントなど)のリストなどがある。

20 【0122】本例の場合のカットスルーコネクション設定手順を、図22を用いて説明する。コネクション設定判断部(455)では、まずパケット転送解析部(452)から入力されるIPパケットのIPヘッダの送信元及び宛先IPアドレスフィールドの少なくとも一方を、トリガ表(459)を参照して調べる(S201)。その結果、カットスルーコネクションのきっかけとなり得るパケットであれば(S201Yes)、S202以下の処理を行なう。この処理は、図3のS4以下の処理と同様である。

30 【0123】ここでは、FTPサーバからの任意のパケットをきっかけとして、FTPサーバからFTPクライアントへのトラフィックのためのカットスルーコネクションを設定する場合について説明する。いま、図23のようなネットワークを考える。この図において、S1(501)がFTPサーバで、頻繁にアクセスが行なわれる大きなサーバであるため、カットスルーコネクションのきっかけにしたとする。

【0124】また、S2(502)はホスト、D(506)がFTPクライアント、CSR1(503)、CSR2(504)、CSR3(505)はCSRであるとする。CSR1、CSR3は、論理ネットワークとしてethernetとATMネットワークを接続しており、CSR2はATMネットワーク同士を接続している。

40 【0125】本例では、きっかけを検出するのはCSR1(503)である。CSR1では、転送するパケットの送信元のIPアドレスを調べ、S1(501)を送信元とするパケットであれば、もとのパケットの宛先のためのカットスルーコネクション設定動作を開始する。

50 【0126】したがって、S2(502)からD(506)へのパケットのみが流れている間は、Dへのパケットはデフォルトルートで転送される。しかし、S1からDへパケットが送られると、CSR1でそれを認識し、それをきっかけとしてバイパスルート(507)が設定される。バイパ

スルートが設定されると、以後のD宛のバケット(S2を送信元とする場合も含む)は、バイパスルートを用いて転送される。

【0127】本例の場合には、きっかけとなったバケットが実際にFTPのバケットであるかどうかは保証されないが、頻繁にアクセスされるサーバからのバケットであるということでそれを補っている。また、トランスポート層以上の情報を必要としないため、処理が簡単になるという効果も期待できる。

【0128】ただし、本例で示した方法は、具体例1-1で述べたような、トランスポート層以上の層の情報も利用する方法と相反するものではなく、双方を利用することも可能である。この場合には、図3におけるS1からS3までの処理の前後、あるいはその途中で、図22のS201の処理を行なうことになる。この方法を用いると、例えば、頻繁にアクセスされるFTPサーバからのFTPデータバケットをきっかけとしてカットスルーコネクションを設定するようなことが可能になる。

【0129】(具体例3-2)本例では、前記のCSRの(11)の場合であって、ネットワーク層の送信元情報及び宛先情報に基づいてカットスルーコネクションを設定する例を説明する。

【0130】本例の場合の、CSR対応のバケット送信ノード(ホストまたはルータ)内のバケット転送を行なう部分の構成を、図24に示す。この構成は、図11とほぼ同様であるが、コネクション設定判断部(606)でトランスポート層以上の情報を用いない点、およびトリガ表(610)が加わっている点が異なる。

【0131】本例の場合のカットスルーコネクション設定手順は、きっかけとなるバケットのフローと、張ろうとするコネクションのフローが逆であること、すなわち、きっかけとなるバケットの送信元へ向けてカットスルーコネクションを設定することを除けば具体例3-1の場合と同様である。また、本例の場合、図22のS204までの処理を終えた後で、バケットをバケット転送解析部(603)に渡す。

【0132】本例の場合を図23で示したネットワークに適用した例を説明する。図中の各ノード(ホストまたはルータ)は、具体例3-1の場合と同様である。本例の場合、きっかけを検出するのはCSR1(503)である。CSR1では、転送するバケットの宛先IPアドレスを調べ、S1(501)を宛先とするバケットであれば、もとのバケットの送信元のためのカットスルーコネクション設定動作を開始する。

【0133】したがって、D(506)からS2(502)へのバケットのみが流れている間は、カットスルーコネクションは設定されず、Dへのバケットはデフォルトルートで転送される。しかし、DからS1へバケットが送られると、CSR1でそれを認識し、それをきっかけとしてバイパスルート(507)が設定される。バイパスルートが設

定されると、以後のD宛のバケット(S2を送信元とする場合も含む)は、バイパスルートを用いて転送される。

【0134】本例および、具体例3-1の場合にも、カットスルーコネクションを張るきっかけのうち、どれを採用するかは、経験的に行なってもよい(これには、コネクションの使用者が毎回手動で設定するような場合も含まれる)し、何らかの定量的な統計情報に基づいて行なってもよい。後者の方法としては、具体例1-1で示したものと同様のものを用いることができる。

10 【0135】なお、CSRの(111)や(1V)の場合も同様に実現することができる。すなわち、具体例3-1および3-2で述べたように、いずれの場合も構成としてトリガ表にあたるものを加え、トランスポート層(およびそれ以上)の情報のかわりにネットワーク層の情報を検出手段として用いることで実現できる。

20 【0136】また、それらの場合にも、カットスルーコネクションを張るきっかけのうち、どれを採用するかは、経験的に行なってもよい(これには、コネクションの使用者が毎回手動で設定するような場合も含まれる)し、何らかの定量的な統計情報に基づいて行なってもよい。後者の方法としては、具体例1-3で示したものと同様のものを用いることができる。

【0137】さらに、これらの例についても、トランスポート層以上の層の情報も利用する方法と相反するものではなく、双方を利用することも可能である。その方法は具体例3-1で示したものに準ずる。

【0138】(具体例4)本例では、NIRPの場合について、ネットワーク層の送信元情報及び宛先情報に基づいてカットスルーコネクションを設定する例を説明する。

30 【0139】本例の場合の、NIRPクライアント(ホストまたはルータ)におけるバケット転送/NIRP処理の部分の構成を図25に示す。この構成は、図16とほぼ同様であるが、NIRP判断部(705)でトランスポート層以上の情報を用いない点、およびトリガ表(709)が加わっている点が異なる。

40 【0140】トリガ表(709)は、きっかけとするIPアドレスのリストである。すなわち、リストに含まれるIPアドレスからのバケットをきっかけとして、そのバケットの宛先に対するNIR要求をネクストホップサーバに出す。リストに載せるIPアドレスとしては、例えば頻繁にアクセスされる各種サービス(FTP, HTTP, NNTP, NFSなど)のサーバのリストや、優先的な扱いを保證されたクライアント(QoS保証サービスを受けているクライアントなど)のリストなどがある。

50 【0141】本例の場合のカットスルーコネクション設定およびバケット送出手順を、図26を用いて説明する。NIRP判断部(705)では、まずバケット転送解析部(702)から入力されるIPバケットのIPヘッダの送信元及び宛先IPアドレスフィールドの少なくとも一方を、トリガ表(709)を参照して調べる(S301)。その結

果、カットスルーコネクションのきっかけとなり得るパケットであれば(S301Yes)、S302以下の処理を行なう。この処理は、図18のS104以下の処理と同様である。

【0142】具体例3-1で述べたように、本例の場合においても、具体例2で述べたような、トランスポート層以上の層の情報も利用する方法と相反するものではなく、双方を利用することも可能である。この場合には、図18におけるS101からS103までの処理の前後、あるいはその途中で、図26のS301の処理を行なうことになる。

【0143】ここでは、あるFTPサーバにおいて、特定のクライアントに対してのみカットスルーコネクションを設定する場合について説明する。図27に、本例の場合のネットワークの概念図を示す。この図において、S(801)はFTPサーバ、D1(806)、D2(807)はFTPクライアント、R(802)はルータ、NHS(804)はネクストホップサーバであるとする。

【0144】いま、S(801)は図25のような構成になっており、Sのトリガ表(459)には、対象とする宛先IPアドレスとして、D2のアドレスが記されているとする。したがって、SからD2へのパケットはホップバイホップコネクション(806)で送られるが、SからD2へパケットが送られるときには、NIRP判断部(705)がそれを認識し、NIS(804)にNIR要求を出す。NHSからの応答により、ネクストホップがD2であること、およびそのATMアドレスがわかるので、SはD2へのカットスルーコネクション(803)を設定する。以後のSからD2へのトラフィックにはこのカットスルーコネクションが使用される。

【0145】また、本例の場合にも、カットスルーコネクションを張るきっかけのうち、どれを採用するかは、経験的に行なってもよい(これには、コネクションの使用者が毎回手動で設定するような場合も含まれる)し、何らかの定量的な統計情報に基づいて行なってもよい。後者の方法としては、具体例1-1で示したものと同様のものを用いることができる。

【0146】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、カットスルーコネクション設定後にもある程度の通信量が見込めるトラフィックに対して選択的にカットスルーコネクションの設定を行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施形態におけるパケット送信ノードの構成例を示す図。

【図2】 カットスルーコネクション状態表の構成例を示す図。

【図3】 本実施形態におけるカットスルーコネクション設定手順を示す図。

【図4】 タイマの操作手順を示す図。

【図5】 CSRを用いて構成したネットワーク例の概念図。

【図6】 CSRを用いて構成したネットワークの他の例の概念図。

【図7】 きっかけとなるパケットと検出ノードとの関係を示す図。

【図8】 きっかけとなるパケットと検出ノードとの関係を示す図。

10 【図9】 きっかけとなるパケットと検出ノードとの関係を示す図。

【図10】 きっかけとなるパケットと検出ノードとの関係を示す図。

【図11】 本実施形態におけるパケット送信ノードの他の構成例を示す図。

【図12】 本実施形態におけるパケット受信ノードの構成例を示す図。

【図13】 本実施形態におけるパケット受信ノードの他の構成例を示す図。

20 【図14】 本実施形態におけるパケット送受信ノードの構成例を示す図。

【図15】 図14におけるコネクション設定判断部の処理手順を示す図。

【図16】 他の実施形態におけるパケット送信ノードの構成例を示す図。

【図17】 NIRPキャッシュの構成例を示す図。

【図18】 カットスルーコネクション設定及びパケット送出手順を示す図。

【図19】 タイマの操作手順を示す図。

30 【図20】 NIRPを用いて構成したネットワーク例の概念図。

【図21】 さらに他の実施形態におけるパケット送信ノードの構成例を示す図。

【図22】 さらに他の実施形態におけるカットスルーコネクション設定手順を示す図。

【図23】 CSRを用いて構成したネットワーク例の概念図。

【図24】 さらに他の実施形態におけるパケット送信ノードの他の構成例を示す図。

40 【図25】 さらに別の実施形態におけるパケット送信ノードの構成例を示す図。

【図26】 カットスルーコネクション設定及びパケット送出手順を示す図。

【図27】 NIRPを用いて構成したネットワーク例の概念図。

【符号の説明】

100、211、221、231、452、603…パケット転送解析部

101、210、220、451、601…経路表

102、213、224、232、455、606…コ

50 ネクション設定判断部

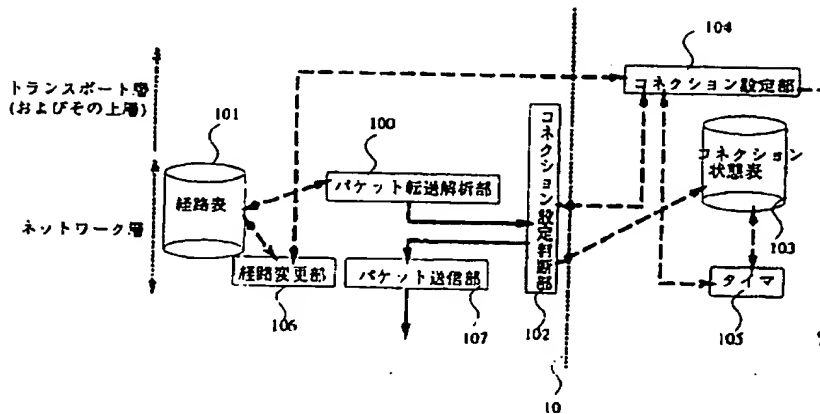
31

103、226、458、608…コネクション状態表
 104、214、227、233、456、607…コ
 ネクション設定部
 105、225、457、609…タイマ
 106、222、453、602…経路変更部
 107、212、228、454、604…パケット送
 信部
 215、223、230、605…パケット受信部
 459、610、709…トリガ表

32

300、701…経路表
 301、702…パケット転送解析部
 302、705…NHRP判断部
 303、706…NHRP処理部
 304、707…NHRPキャッシュ
 305、708…タイマ
 306、703…パケット送信部
 307、704…NBMA送信部

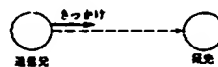
〔図1〕



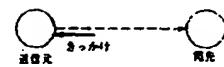
〔図2〕

宛先IPアドレス	コネクション状態	タイムアウト回数
134.186.15.2	接続中	0
189.50.17.14	確信中	n
162.1.22.5	確信中	0
195.173.16.41	確信中	m

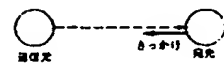
〔図7〕



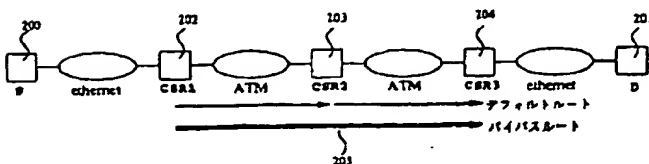
〔図8〕



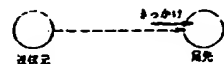
〔図9〕



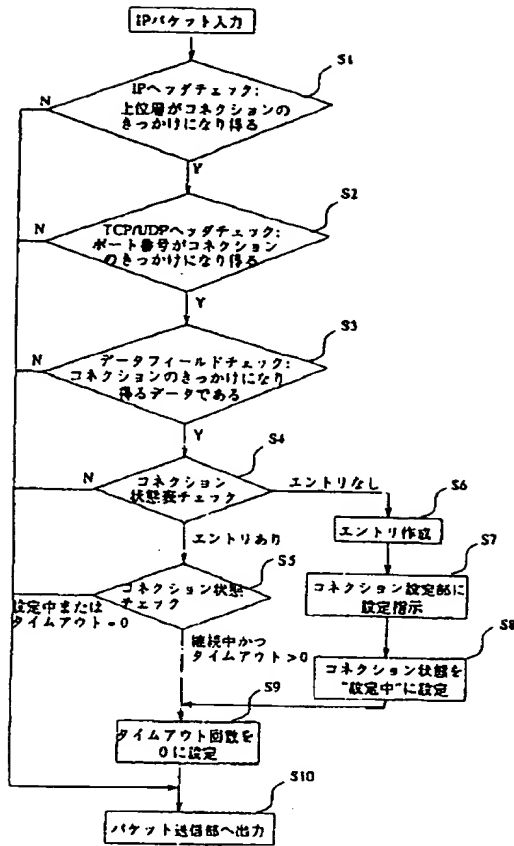
〔図5〕



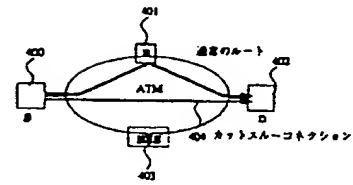
〔図10〕



〔図3〕



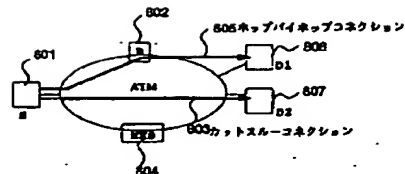
〔図20〕



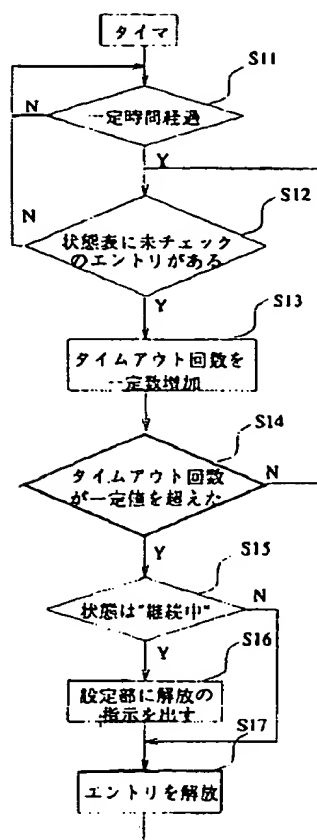
〔図17〕

宛先IPアドレス	ネクストホップ IPアドレス	タイムアウト回数	有効期限
156.156.15.6	156.156.15.4	2	5
162.57.57.14	162.57.57.2	3	7
185.133.13.5	未解決	4	5
192.3.10.5	解決不能	5	6

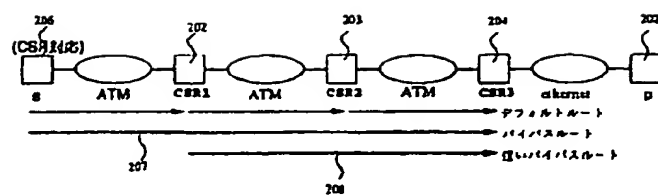
〔図27〕



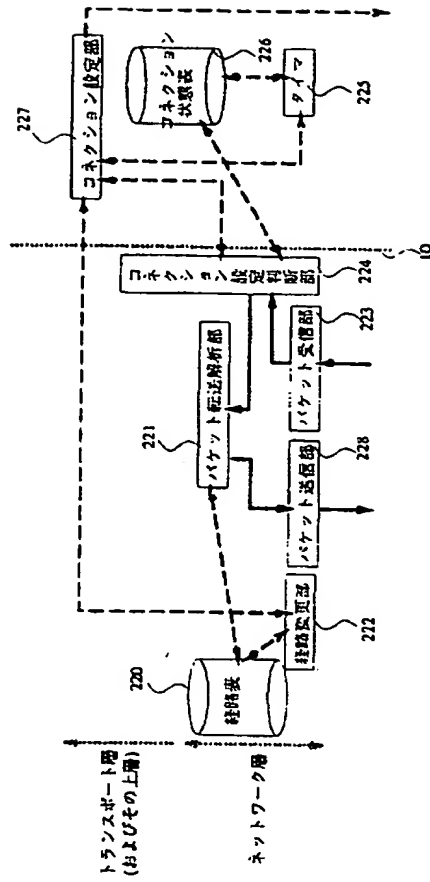
【圖4】



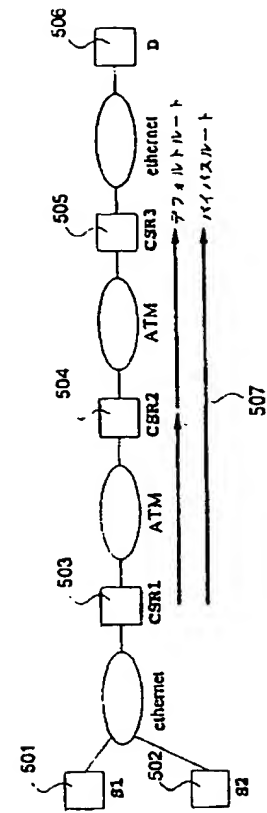
【図6】



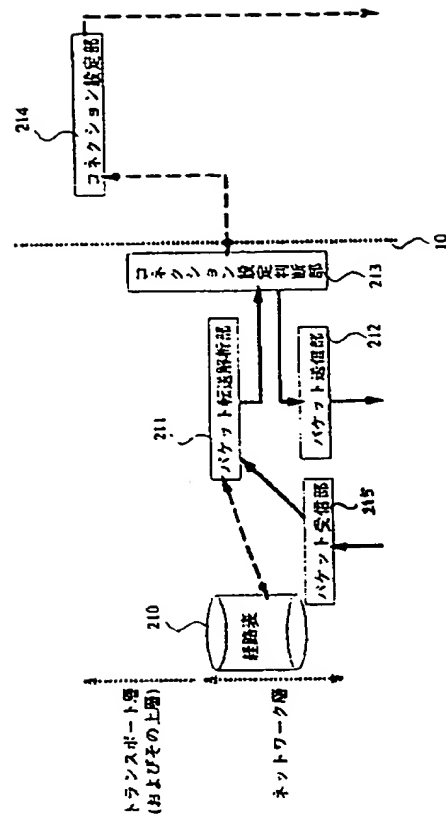
(図11)



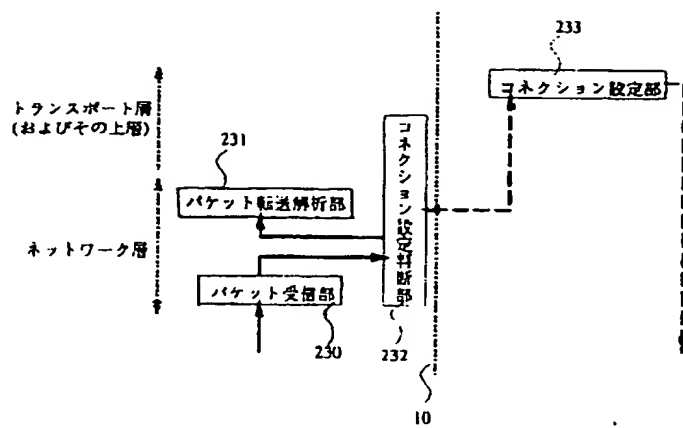
(図23)



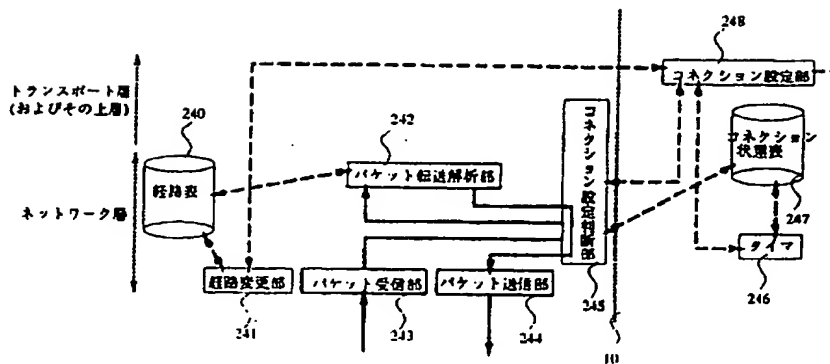
(図12)



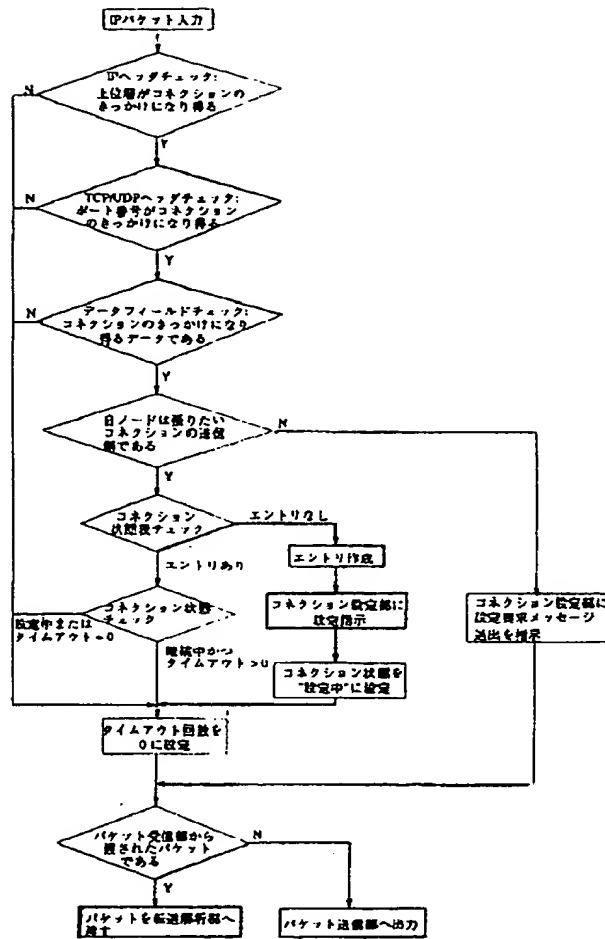
【図13】



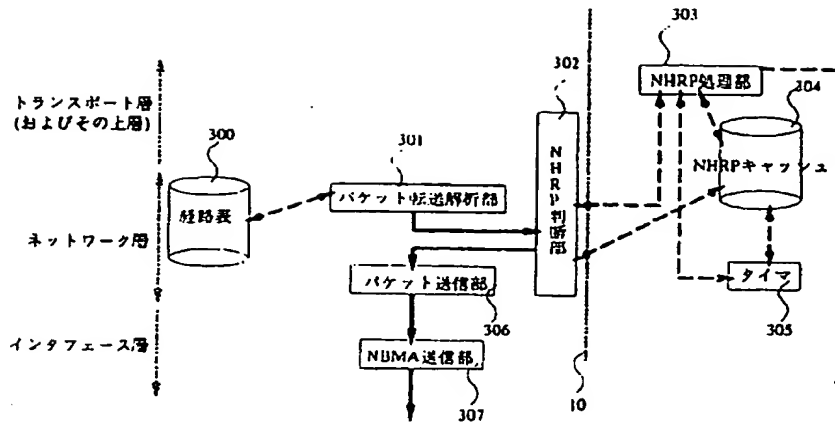
【図14】



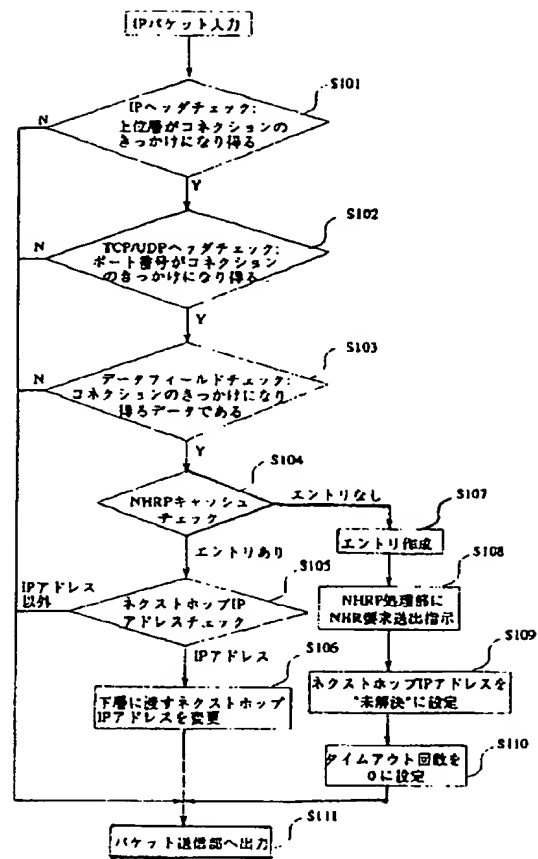
(図15)



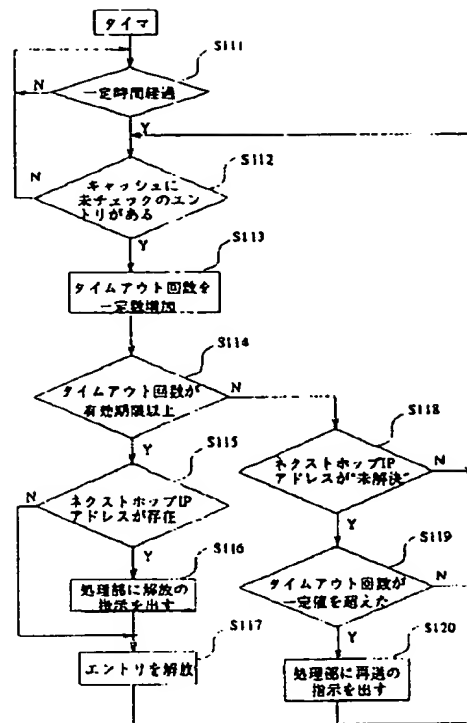
【図16】



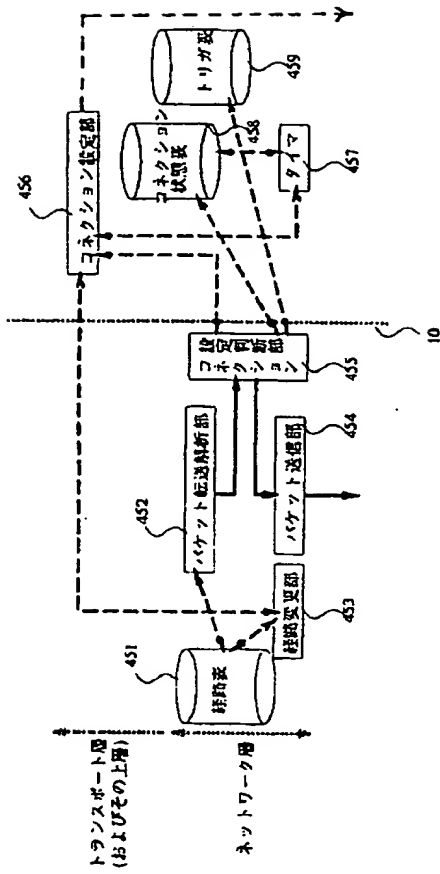
[図18]



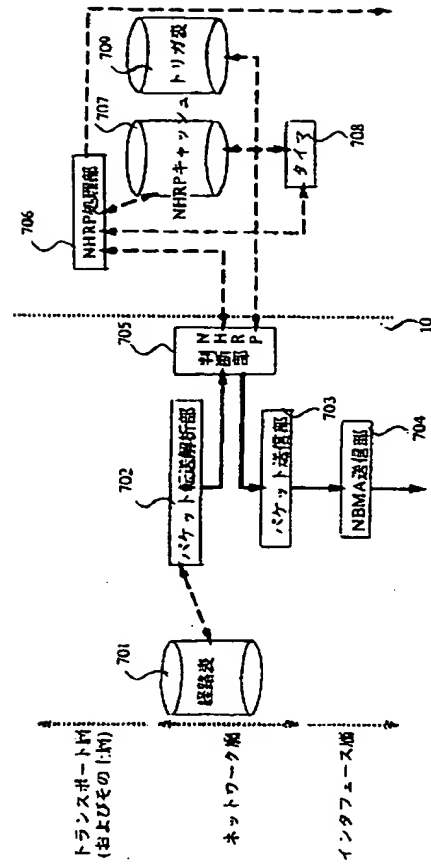
【図19】



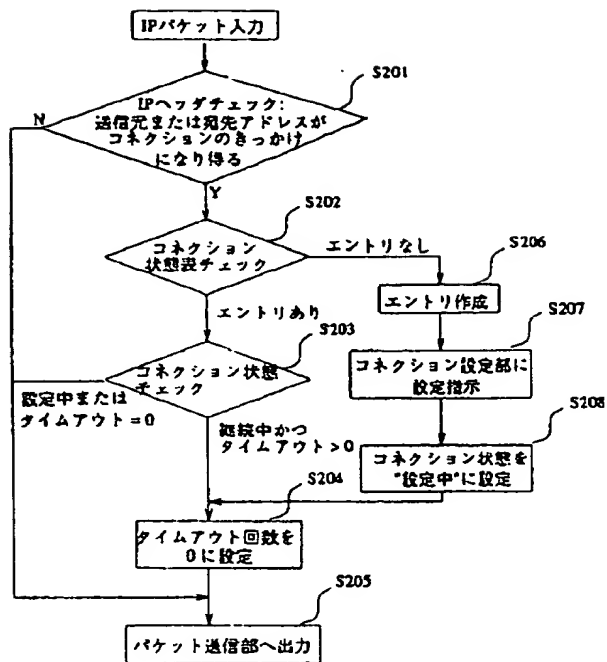
(図21)



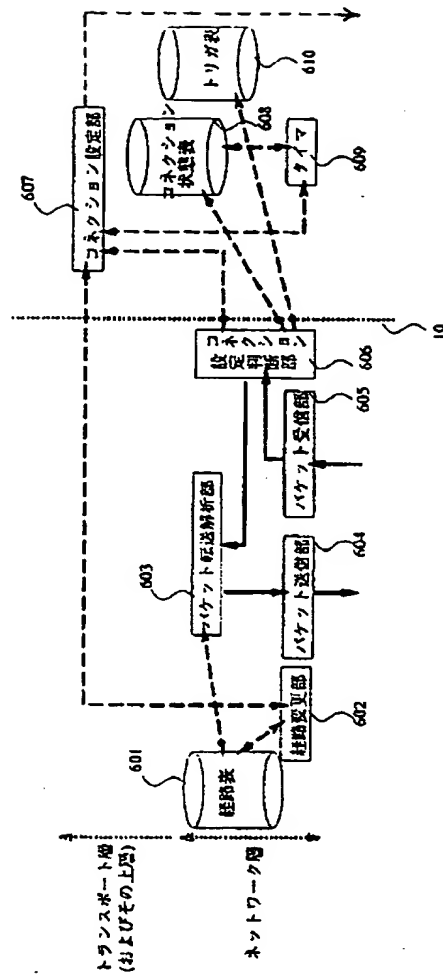
(図25)



[図22]



(図24)



〔図26〕

